

## 우롱차로부터 새로운 Polyphenol 분리 및 통풍 예방 효과

안봉준 · 이진태 · 배만중  
경산 대학교 생명자원공학부

### Isolation of a Novel Polyphenol from Oolong Tea and Its Effective Prevention of the Gout

Bong-Jeun An, Jin-Tae Lee and Man-Jong Bea  
Faculty of Life Resources & Engineering, Kyungsan University

#### Abstract

Eighty percent of acetone extract were isolated from the leaves of Korean Oolong tea using Sephadex LH-20, MCI-gel, Fuji gel. The compound reacted the red and the blue with anisaldehyde and FeCl<sub>3</sub>, respectively. Instrumental analysis of the derivatives of this compound showed that the chemical structure was decided to epicatechin-(4β→8)-epigallocatechin-3-O-gallate as a kind of dimeric proanthocyanidine, that bound with (-) epicatechin and (-)-epigallocatechin-3-O-gallate, at the upper and the lower, respectively. Considering inhibition effect on xanthin oxidase by 62% levels at 50 μmole, this compound showed a possibility to be used as a new material for functional food.

Key words: Oolong tea, novel polyphenol, xanthin oxidase inhibitor

#### 서 론

일본산 우롱차로부터 여러 종류의 겔과 용매를 사용하여 (-)-epicatechin, (-)-epicatechin-3-O-gallate와 중합체인 procyanidin B-1, B-3, B-1-3-O-gallate, B-3-3'-O-rhamnose를 분리하고 기기 분석에 의해 화학구조를 결정하였다<sup>(1)</sup>. 이어서 동일한 시료로부터 procyanidin B-2, B-2-O-3, 3'-digallate를 분리하고 화학 구조를 결정하였으며, flavan-3-ol를 기본으로한 다양한 종류의 축합형탄닌이 우롱차에 함유되어 있음을 알 수 있었다<sup>(2)</sup>. 폴리페놀 중 녹차를 비롯하여 차잎의 주성분으로 알려진 축합형탄닌은 이미 여러 연구에서 다양한 생리활성 기능이 밝혀졌으며, 대표적인 것으로 총치 예방, 고혈압 억제, 항암, 항산화, 항에이즈, 미백효과 등이 있다<sup>(3-8)</sup>. 안 등<sup>(9,10)</sup>도 약용 식물로부터 새로운 폴리페놀 화합물을 분리, 화학구조와 생리활성 연구를 하고있으며 가장 최근에는 Jack Fruit잎으로부터 신규 화합물을 분리하여 총치 예방 효과를 확인하였다. 한국산 감나무 잎에서도 (+)-gallocatechin, prodelphinidin B-3

및 catechin-(4α-8)-epigallocatechin의 화학 구조를 결정하여 총치예방효과가 있음이 확인되었다. 또 안 등<sup>(11)</sup>은 한국산 녹차로부터 flavan-3-ol류와 procyanidin류를 분리하여 그 구조에 따른 xanthin oxidase 저해 영향을 관찰하였다. Xanthin oxidase는 요소 회로에 관여하는 효소로 활성이 증가함에 요산을 과잉 생산하여 흔히 문화병으로 알려진 통풍을 유발하게 한다<sup>(12)</sup>. 본 연구실험실에서는 약용 식물로부터 종류에 따른 폴리페놀의 구성 성분을 확인하고, 여러 생리활성 기능을 검증하는 실험을 수행하였다. 이미 실험한 일본산 우롱차에서 다양한 폴리페놀이 확인되었으므로, 우리 나라에서 생산된 우롱차의 구성 성분과 통풍을 예방할 수 있는 기능성 식품 소재의 개발을 목표로 새로운 축합형탄닌이 분리되어 화학 구조 결정 및 생리활성효과가 입증되었기에 보고하고자 한다.

#### 재료 및 방법

##### 실험재료

본 실험에 사용된 재료는 1996년 5월 우리 나라 H제사에서 제조한 시판용 우롱차(*Camellia sinensis* L.)엽 7.0 kg을 공급받아 본 실험에 사용하였다.

Corresponding author: Bong-Jeun An, Faculty of Life Resources & Engineering, Kyungsan University, Kyungsan-si, Kyungsangbu-do 712-240, Korea

### 시약 및 기기

본 실험에 사용된 gel은 Sephadex LH-20 (Pharmacia Co. Sweden), MCI-gel CHP-20 (Mitsubishi Chemical, Ind. Co. Ltd. Japan), Fuji-gel (Hambai Co. Ltd. Japan) 를 분리용 column으로, xanthine oxidase는 Sigma Co. 에서 정제된 시판용을 효소 저해 활성 검증에 이용하였다. 기기로 NMR (JEOL GX-270, Japan)은 TMS를 기준 물질로 하여 분리, 순수 결정화된 화합물을 acetone-d<sub>6</sub>+D<sub>2</sub>O에 용해하여 사용하였고, IR (JASCO IR-700, Japan)은 KBr 정제압법으로, mass spectrum (JEOL JMX-DX 300, Japan)은 negative ion FAB-Mass 에 의해 분자량을 측정하였다.

### 추출 및 분리

추출은 안 등<sup>(11)</sup>이 개발한 축합형탄닌 추출법에 준해 행하였다. 시판용 우롱차엽 7.0 kg을 추출 탱크에서 80% acetone에 침지하고 상온에서 24시간 방치한 후 원심 분리하여 상등 액을 취했다. 침전물은 다시 위와 같은 조건으로 4회 반복하고 상등 액을 모아 감압농축 하여 아세톤을 증발시키고 여과하여 클로로폼을 제거한 다음, 그 여액을 모아 분리용 시료로 하였다. 분리 시 사용된 gel은 Nonaka 등<sup>(13)</sup>에 의한 겔의 방법에 따라 Fig. 1과 같이 행하였다. 분리용 column, Sephadex LH-20에 2.5 L의 분리용 시료를 loading하고 용출용매 메탄올:증류수(0:1→1:0)로 용출하면서 thin layer chromatography (TLC)에 의해 폴리페놀 화합물이라 추정되는 부분을 모아 MIC-gel CHP-20과 Fuji gel를 단계적으로 사용하여 반복정제하였다. 이때 용출 용매는 메탄올:증류수(0:1→1:0), 에탄올:증류수(5%→40%), 60% 메탄올을 사용하면서 용출 및 폴리페놀 화합물을 TLC로 확인하였다.

### Thin layer chromatography에 의한 동정

여러 column에 의해 용출된 각 분획물은 분리 단계별로 cellulose, silica gel TLC (5.0×5.0 cm)에서 전개하였다. 전개 용매는 cellulose에서는 2% acetate acid 를 silica gel에서 benzene:ethylformic acid:formic acid=1:7:1, 1:7:2, 2:7:1, 2:5:1의 비율을 사용하였다. 전개하여 건조시킨 후 280 nm에서 분리 정도를 우선 확인하고 정색 반응을 위한 발색 시약으로 cellulose는 1% FeCl<sub>3</sub>/MeOH, silica는 1% FeCl<sub>3</sub>/MeOH 및 anisaldehyde-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액을 사용하여 반응 물질의 형태, 전개 정도, 반응 색의 강도 등으로 폴리페놀 화합물을 확인하였다.

### 유도체 화합물의 반응 및 정제

기기 분석에서 복잡한 signal의 양상을 보이는 화합물의 구조 결정을 위해 thiolysis, desulfurization, tannase 효소 반응법 등으로 간단한 유도체 화합물을 만들었다. 우선 thiolysis는 재결합된 시료 100 mg을 benzyl-mercaptan 5 mL에 첨가하고 reflux상에서 목적하는 생성물이 형성 될 때까지 반응을 계속하였다. 탈유황 반응(desulfurization)은 시료 50 mg을 아세톤:에탄올 (1:9) 1 mL에 용해하고 Raney nickel을 가해 실온에서 1시간 방치한 후 여과에 의해, Raney nickel을 제거하고 여액을 감압 농축하였다. 효소 반응은 crude tannase를 시료 50 mg을 용해하고(phosphate buffer, pH=6.7) 37°C에서 반응 생성물을 확인하였다. 생성된 유도체 화합물 모두 Sephadex LH-20을 이용하여 순수 화합물이 될 때까지 정제하고 재 결정화하였다. 이 때 용출용매는 40%의 에탄올로 용출하였다. 재 결정화는 TLC에서 단일 화합물로 확인된 농축물에서 유기용매를 완전히 제거하고 소량의 증류수를 첨가하여 석출된 결정체를 여과하여 건조시켰다.

### Xanthine oxidase 저해 활성 측정

Xanthine oxidase 저해 활성 측정은 xanthine을 기질로 하여 생성된 urate를 spectrophotometry법으로 측정하는 Stripe 등<sup>(12)</sup>의 방법을 변형시켜 전보와 같이 안 등<sup>(11)</sup>의 방법에 의해 행하였다. 즉 0.1 M potassium phosphate 완충액(pH 7.5)에 기질인 0.1 mM xanthine 및 효소액을 mL당 0.02 unit로 혼합하고 37°C에서 3분간 반응시켰다. 반응 종료는 1 N HCl을 가해 반응을 중단시키고 생성된 urate를 292 nm에서 측정 검량선에 의해 계산하였다.

## 결과 및 고찰

### 새로운 축합형탄닌의 분리 및 성상

한국산 우롱차 7.0 kg으로부터 Fig. 1과 같이 분리한 결과 새로운 축합형탄닌으로 추정되는 화합물 122 mg를 순수 결정화하여 얻었다. 이 화합물은 Sephadex LH-20 칼럼에서 용출액(증류수:메탄올)을 사용할 때 40~60%에서 용출되는 것을 확인하였고 에탄올 용해 시 20%정도에서 용출되었다. MCI-gel CHP-20P에서는 용출액(증류수:메탄올)에서는 20~30% 정도에서 분리됨을 확인하였고 Fuji gel ODS-3G 칼럼에서 60% 메탄올 용액을 사용할 때 빠른 속도로 용출되었다. 순수 결정화된 화합물의 TLC의 R<sub>f</sub>값은 Fig. 1에서와 같

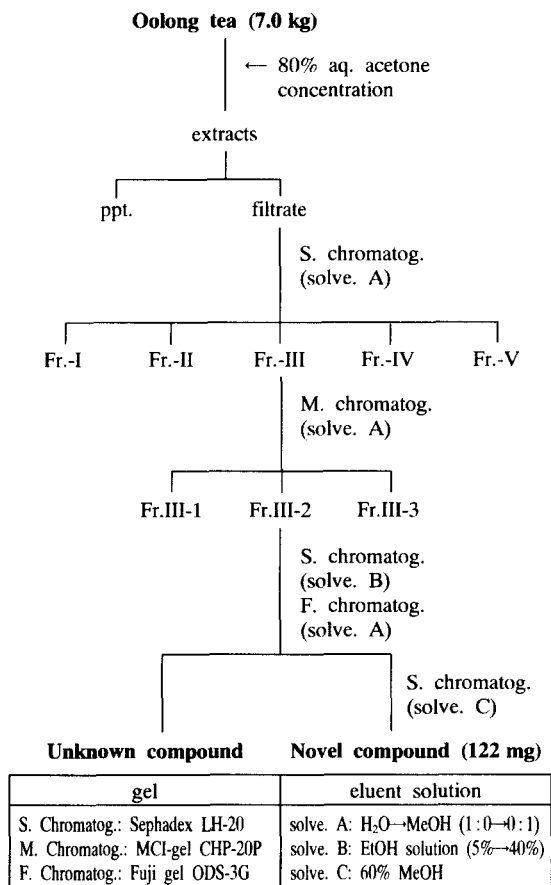


Fig. 1. The procedure for isolation of novel condensed tannin from Korean Oolong tea.

이 안 등<sup>16)</sup>이 발표한 procyanidin B에 해당하는 값보다 낮은 위치에서 전개되었다. 발색 반응시 anisaldehyde와 FeCl<sub>3</sub>에 반응시킨 결과 각각 붉은색과 청색반응을 보였으며 이 중 anisaldehyde에서의 발색 반응은 선명도가 매우 진한 붉은색을 보여주었다. 이러한 결과 Nonaka 등<sup>14)</sup>과 안 등<sup>15)</sup>의 발표와 비교하여 보면 새롭게 분리된 화합물은 flavan-3-ol화합물 계통으로 최소한 dimeric 이상으로 추정되며 발색 반응 정도에서 색깔이나 R<sub>f</sub> 값을 보아 gallyol기가 함유되어 있음을 시사하였다(Fig. 2).

새로운 축합형탄닌의 구조결정

순수 정제하여 결정화된 화합물의 구조 결정을 위하여 Fig. 3과 같이 thyolysis, desulfurization 및 tannase 처리에 의하여 간단한 유도체 화합물 compound a, a-1, b, c, d를 얻어 순수정제 결정화하여 기기분석에 의해 다음과 같은 결과를 얻었다.

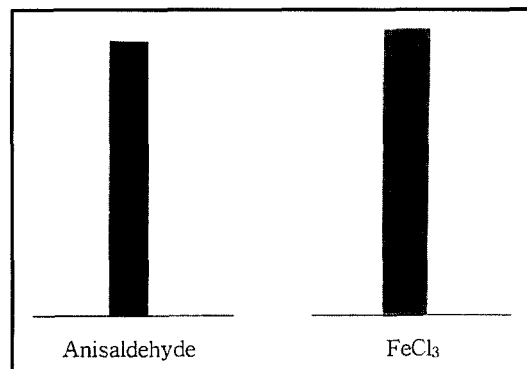


Fig. 2. Thin layer chromatogram of novel condensed tannin.

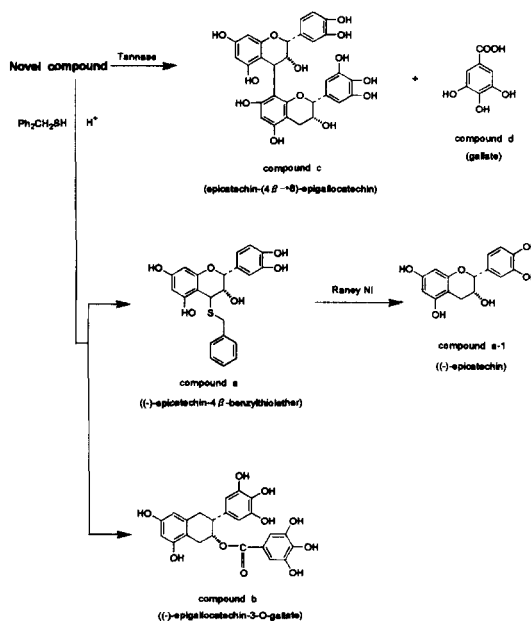


Fig. 3. Various reactions of novel condensed tannin with chemical derivatives.

Compound a-1:

Colorless needles (H<sub>2</sub>O), [α]<sub>D</sub><sup>25</sup>: -58.3 (C=0.6, acetone), <sup>1</sup>H-NMR (acetone-d<sub>6</sub>+D<sub>2</sub>O) δ: 2.88 (1H, dd, J=3, 16Hz, 4-H), 3.10 (1H, dd, J=4, 16Hz, 4-H), 5.12 (1H, brs, 2-H), 5.50 (1H, n, 3-H), 6.04 (1H, d, J=8Hz, 5'-H), 6.90 (1H, dd, J=2, 8Hz, 6'-H), 7.06 (1H, d, J=2Hz, 2'-H).

Compound b:

Colorless needles (H<sub>2</sub>O), [α]<sub>D</sub><sup>25</sup>: -13.9° (c=1.0, acetone), <sup>1</sup>H-NMR (acetone-d<sub>6</sub>+D<sub>2</sub>O) δ: 2.79 (1H, dd, J=17, 3Hz, 4-H), 3.09 (1H, dd, J=17, 4Hz, 4-H), 5.15 (1H, brs, 2-H), 5.56 (1H, m, 3-H), 6.38, 6.08 (each 1H, d, J=2Hz, 6, 8-H), 6.65 (2H, s, 2', 6'-H), 7.00, 7.23 (each 2H, s,

G-H),  $^{13}\text{C-NMR}$  (acetone- $d_6$ + $\text{D}_2\text{O}$ )  $\delta$ : 26.6 (4-C), 69.1 (3-C), 78.2 (2-C), 101.6, 103.6 (6,8-H), 104.5 (4a-C), 106.6 (2',6'-C), 109.9, 110.3 (2 $\times$ G, 2,6-C), 133.1 (4'-C), 139.0, 139.8 (each G, 4-C), 145.7, 146.0 (3',5'-C, 2 $\times$ G 3,5-C), 151.5, 156.7, 157.5 (5, 7,8a-C), 165.2, 166.6 (each COO).

Compound c:

Red amorphs ( $\text{H}_2\text{O}$ ),  $[\alpha]_D^{19}$ : +24.6° (c=0.7, acetone), Anal. Calcd for  $\text{C}_{30}\text{H}_{26}\text{O}_{13}\cdot 11/2\text{H}_2\text{O}$ : C,51.94; H,5.37. Found: C,51.93; H,4.91.

$^1\text{H-NMR}$  (acetone- $d_6$ + $\text{D}_2\text{O}$ )  $\delta$ : 2.64-3.07 (2H, m, 4-H), 4.00 (1H, brs, 3-H), 4.33 (1H, m, 3'-H), 4.72 (1H, brs, 4-H), 4.87 (1H, brs, 2'-H), 5.08 (1H, s, 2-H), 5.98-6.08 (3H in total, m, 6, 8, 6'-H), 6.60-7.00 (5H in total, m, B, B'-H).

Compound d:

Colorless needles ( $\text{H}_2\text{O}$ ), mp: 254°C,  $\text{IR}_{\text{max}}^{\text{KBR}}$   $\text{Cm}^{-1}$ : 3,400 (OH), 1,710 (COOH), 1,620, 1,540 (arom. C=C),  $^1\text{H-NMR}$  (acetone- $d_6$ + $\text{D}_2\text{O}$ )  $\delta$ : 7.02 (2H, s, gallyol-H).

Novel compound:

Red amorphs ( $\text{H}_2\text{O}$ ),  $[\alpha]_D^{20}$ : -52.6° (c=0.9, acetone), anal. calcd for  $\text{C}_{37}\text{H}_{30}\text{O}_{17}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ : C,56.78; H,54.38. Found: C,56.85; H,4.48.  $^1\text{H-NMR}$  (acetone- $d_6$ + $\text{D}_2\text{O}$ )  $\delta$ : 2.80-3.20 (2H, m, 4'-H), 4.00 (1H, brs, 3-H), 4.84 (1H, brs, 4-H), 5.12 (1H, brs, 2'-H), 5.24 (1H, brs, 2-H), 5.56 (1H, m, 3'-H), 6.02 (3H, m, 6, 8, 6'-H), 6.60-7.04 (5H in total, m, B, B'-H), 7.09 (2H, s, G-H).

$^{13}\text{C-NMR}$  (acetone- $d_6$ + $\text{D}_2\text{O}$ )  $\delta$ : 26.8 (4-C), 36.4 (4'-C), 69.3 (3-C), 72.8 (3'-C), 76.8 (4'-C), 77.8 (2-C), 95.6, 96.2, 97.0 (6, 8, 6'-C), 99.2 (4'a-C), 101.5 (4a-C), 106.3 (B' 2, 6-C), 107.6 (8'-C), 110.2 (G 2, 6-C), 115.1, 115.6, 119.1 (B 2, 5, 6-C), 121.3 (G 1-C), 130.3, 132.1, 132.6 (B 1-C, B' 1, 4-C), 138.9 (G 4-C), 145.0, 145.3, 145.6, 145.9 (B 3,4-C, B' 3, 5-C, G 3,5-C), 154.2, 155.7, 157.3, 157.7 (5, 7, 8a, 5', 7, 8'a-C), 166.8 (COO).

유도체 화합물이 형성시 완전 thiolysis에서는 화합물 a와 b를 1:1의 몰 비율로 얻었고 완전한  $^1\text{H-NMR}$ 의 해석을 위해 탈유황반응을 거쳐 화합물 a-1을 얻었다. 효소반응시 tannase 처리시 형성된 화합물도 c와 d를 1:1 몰 비율로 얻을 수 있었다. 기기 분석에 의한 각 유도체 화합물에서 화합물 a-1은 Fig. 4를 보면  $^1\text{H-NMR}$ 에서 3.09 ppm의 분열 형태는 aliphatic 영역의 methylen-유래로 4-H임을 알 수 있고 5.12, 5.50 ppm은 catechol의 3-H proton으로 확인되었다. 또 6.04~7.06 ppm의 spectrum의 분열 형태로 보아 6'-H, 5'-H, 2'-H

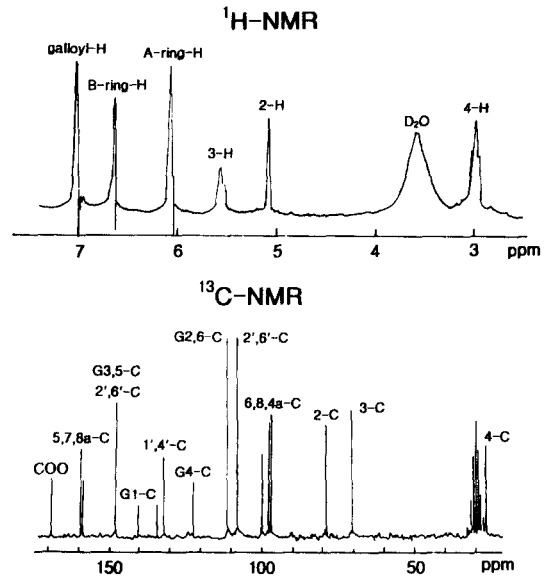


Fig. 4. NMR spectra of (-)-epigallocatechin-3-O-gallate.

의 귀속이 가능하며 2-H의 signal 양상이 singlet로 이 화합물은 (-)-epicatechin 이었다. 화합물 b는 무색 침상 형태로  $[\alpha]_D^{19}$ : -13.9°를 얻었고  $^1\text{H-NMR}$ 의하면 aliphatic 영역에의한 2.79 (dd, J=18,3 Hz), 및 3.09 (dd, J=18, 4 Hz) signal은 분열 양상에서 chemical shift값이 C환의 C-4 proton임이 확인되었다. 더욱이 5.15 (brs) 및 5.56 (m)의 signal의 분열형태도 C환의 2-H, 3-H의 귀속임을 알았다. Aromatic영역에서도 6.65 (brs)의 분열 양상은 각각 catechol환(B환) 6'-H, 5'-H 및 2'-H에 귀속시켰다. 또한 6.08, 6.38 (brs)의  $^1\text{H-NMR}$  signal은 분열 형태로 보아 각각 A환의 6-H, 8-H의 귀속이 결정되었고 7.00, 7.23 (s)은 singlet로 2H분의 gallyol을 시사하였다.  $^{13}\text{C-NMR}$ 에서 26.6, 69.1, 78.2는 각각 4, 3, 2-C의 탄소 골격이 확인되고 101.6, 103.6의 signal은 6, 8-C로, 106.6은 B링의 2', 6' 탄소를 확인되었고 109.9, 110.3, 145.7, 146.0에서의 gallyol에 해당하는 탄소 골격으로 보아 이 화합물은 (-)-epigallocatechin 3-O-gallyol로 동정하였다. 이런 결과들을 볼 때 새롭게 분리된 축합형탄닌은 상부에 (-)-epicatechin을 함유하고 하부에 (-)-epigallocatechin 3-O-gallyol로 결합된 화합물로 추정하게 되었다. 또한 이 화합물은  $^1\text{H-NMR}$ 의 signal 비교시 prodelpinidin B-2 3'-gallyol과 매우 유사하였으나, Tannase로 가수분해하면 화합물 c와 d로 추정되는 화합물은 1:1몰의 비율로 얻어졌으며, 화합물 c는 Hashimoto 등<sup>(15)</sup>이 발표한 epicatechin-(4 $\beta$ - $\rightarrow$ 8)-epigallocatechin과  $^1\text{H-NMR}$ 에서 일치하였고, 화합물 d

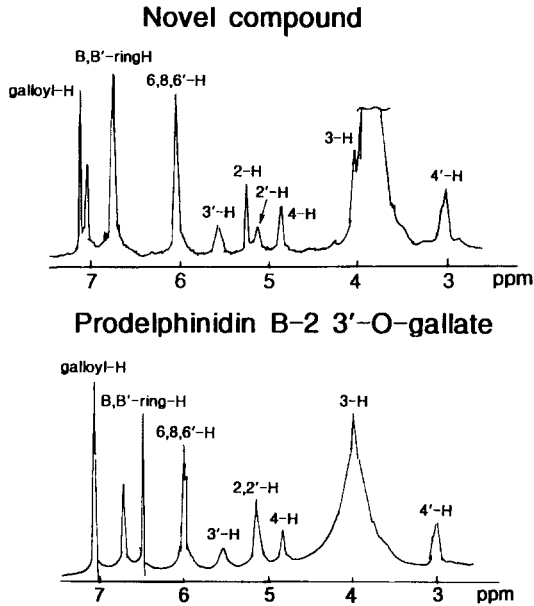


Fig. 5. <sup>1</sup>H-NMR spectra of novel compound and prodelphinidin B-2 3'-O-gallate isolated from Korean Oolong tea.

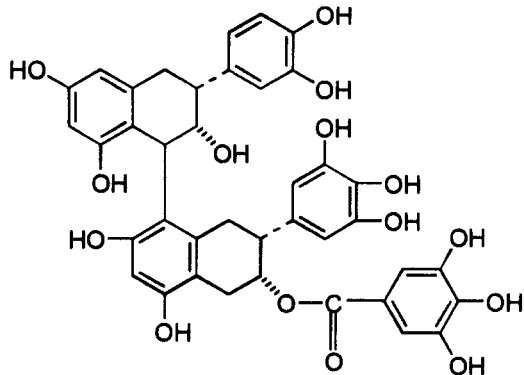


Fig. 6. The novel chemical structure of condensed tannin isolated from Korean Oolong tea.

는 Fig. 5, 6를 보면 <sup>1</sup>H-NMR spectrum 7.02 ppm에서 singlet의 signal로 보아 gallate가 확인되었다. 새로운 화합물에서 1개의 galloyl기의 결합 위치에 관해서는 <sup>1</sup>H-NMR spectrum에서, 하부 unit의 3위치가 epicatechin-(4β→8)-epigallocatechin (δ4.33)에 비해 저자장 shift (δ5.56)를 하고 있기 때문에 epicatechin-(4β→8)-epigallocatechin 3-O-gallate로 결합된 화합물로 구조 결정을 하였다.

신규 화합물의 xanthin oxidase에 대한 영향 구조가 밝혀진 epicatechin-(4β→8)-epigallocatechin

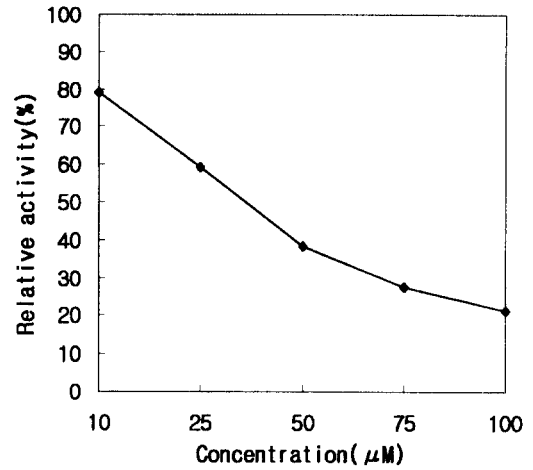


Fig. 7. Effect of epicatechin-(4β→8)-epigallocatechin 3-O-gallate isolated from Korean Oolong tea on xanthine oxidase activity.

3-O-gallate를 각각 10~100 μmole 농도로 조제하여 xanthin oxidase 저해를 관찰하였다. 이 화합물은 Fig. 7에서와 같이 10 μmole에서 20% 저해를 시작으로 서서히 저해 효과가 증가하는 경향을 보였고 50 μmole에서는 62%, 75 μmole에서는 72%의 xanthin oxidase를 저해하였고 100 μmole에서는 거의 80%의 저해 효과가 관찰되었다. 이러한 결과들은 안 등<sup>(2)</sup>에 의해 발표된 gallate류와 결합된 flavan-3-ol 화합물이 효소 저해효과가 우수하다는 결과와 일치하였으며, 이 중 procyanidin B-2 3, 3'-digallate는 50 μmole에서 약 50% 이상이 저해되었고 100 μmole에서 거의 완벽한 저해효과가 있었다는 보고와 유사한 결과를 보여주었다. Hayashi 등<sup>(10)</sup>은 flavonoid류를 xanthin oxidase 저해실험시 -COOH, -OH의 수에 의해 효소 저해에 영향을 끼친다는 것과 일치하는 점이 많았다. 현재 성인병으로 만연되고 있는 통풍에, 한국산 우롱차에도 우수한 통풍 예방 물질이 함유되어 있음이 검증되었고 기능성 식품의 생물신소재로서의 가치도 높다고 생각되어진다.

요 약

약용 식물로부터 여러 효소의 저해제를 탐색 하였다. 한국산 우롱차엽으로부터 80%의 아세톤 추출물을 Sephadex LH-20, MCI-gel, Fuji gel 등을 사용하여 분리하였고 이 화합물은 Anisaldehyde 및 FeCl<sub>3</sub>에 붉은 색과 청색을 나타내었다. 이 화합물의 유도체화에 의한 기기 분석 결과에서 상부는 -(-)epicatechin로 하부

는 (-)-epigallocatechin 3-O-gallate 결합된 dimeric proanthocyanidin종류인, epicatechin-(4 $\beta$ -8)-epigallocatechin 3-O-gallate로 화학 구조가 결정되었다. Xanthin oxidase 저해 효과에서는 50  $\mu$ mole에서 62%의 저해를 보여주어 앞으로 통풍 예방 기능성 식품 신소재로서의 이용이 가능하다는 것을 확인하였다.

## 문헌

- An, B.J., Kim, W.K., Choi, J.Y., Kwon, I.B. and Choi, C.: Structure and isolation of xanthin oxidase inhibitor from oolong tea (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**(6), 558-562 (1992)
- An, B.J., Bae, M.J. and Choi, C.: Inhibitory effect of flavan-3-ols isolated from oolong tea xanthin oxidase in Korean. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(6), 1084-1088 (1996)
- Sakanaka, S., Kim, M.J. and Yamamoto, T.: Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*, a cariogenic bacterium. *Agric. Biol. Chem.*, **53**(9), 2307-2311 (1989)
- Katiyar, S.K., Agarwal, R. and Mukhtar, H.: Inhibition of 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate caused tumor promotion in 7, 12-dimethylbenz [a]anthracene-initiated SENCAR mouse skin by a polyphenolic fraction isolated from green tea. *Cancer Res.*, **52**, 6890-6892 (1992)
- Khan, S.G. and Nukhtar, H.: Enhancement of antioxidant and phase II enzyme by oral feeding of green tea polyphenols in drinking water to SKH-I hairless mice. *Cancer Res.*, **52**, 4050-4053 (1992)
- Uchida, S., Nishioka, I., Niwa, M. and Ozaki, M.: Condensed tannins scavenge active oxygen free radical. *Med. Sci. Res.*, **15**, 831-832 (1987)
- Nonaka, G.H., Nishioka, I., Nishizawa, M., Kashiwada, Y. and Ginger, E.: Anti-AIDS agents, 2: Inhibitory effects of tannins on HIV reverse transcriptase and HIV replication in H9 lymphocyte cells. *J. Natural Products*, **53**(3), 587-595 (1990)
- Yoshizawa, S., Horiuchi, T., Yoshida, T. and Okuda, T.: Antitumor promoting activity of (-)-epigallocatechin gallate, the main constituent of tannin in green tea. *Phytother. Res.*, **1**, 44-47 (1987)
- An, B.J.: Chemical structure and isolation of novel glucosyltransferase inhibitor from *Artocarpus heterophyllus* folium. *J. Food Sci. Technol.*, **29**(6), 1304-1308 (1997)
- An, B.J., Bae, M.J. and Choi C.: Chemical structure and isolation of glucosyltransferase inhibitor from the leaves of Korean persimmon. *Food Sci. Biotechnol.*, **7**(1), 23-27 (1998)
- An, B.J.: Inhibitory effect of polyphenols isolated from green tea on the xanthin oxidase. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.*, **12**(5), 582-585 (1997)
- Stripe, J. and Corte, E.D.: The regulation of rat liver xanthin oxidase. *J. Biol. Chem.*, **244**, 3855-3859 (1969)
- Nonaka, G.H.: Isolation and structure elucidation of tannins. *Pure & Appl. Chem.*, **61**(3), 357-360 (1989)
- Nonaka, G.H., Hus, F.L. and Nishioka, I.: Structure of dimeric, trimeric and tetrameric procyanidin from *Areca catechu* L. *J. C. S. Chem. Commu.*, **1**, 781-783 (1981)
- Hashimoto, F., G. Nonaka, G.I. and Nishioka, I.: 8-C-ascorbyl (-)-epigallocatechin-3-O-gallate and novel dimeric flavan-3-ols, Oolong homo bisflavans A and B, from Oolong Tea. *Chem. Pharm. Bull.*, **37**(12), 3255-3263 (1989)
- Hayashi, T., Sawa, K. and Morita, N.: Inhibition of Cow's milk Xanthine Oxidase by flavonoids. *J. Natural Products*, **51**, 345-348 (1988)

(1998년 3월 31일 접수)